

PAT-NO: JP403161911A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 03161911 A
TITLE: TEMPERATURE DETECTOR OF TRANSFORMER
PUBN-DATE: July 11, 1991

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

WATANABE, SHINYA
KOIKE, MOTOKIYO
SAITO, HITOSHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

MEIDENSHA CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP01302876

APPL-DATE: November 21, 1989

INT-CL (IPC): H01F027/00, H01H007/04

US-CL-CURRENT: 336/57

ABSTRACT:

PURPOSE: To directly measure the temperature at respective measurement positions of optical fiber temperature sensor by a method wherein the temperatures are converted into physical amounts of optical amplitude fluctuation, wave surface rotation, phase fluctuation, etc., to be processed using an optical fiber temperature sensor.

CONSTITUTION: An optical fiber temperature sensor is arranged on a measurement part of an oil transformer, e.g. sensors 6a, 6b, 6c, and 6d are arranged respectively between an iron core 2 and a winding 3; on outer peripheral surface of the winding 3; inside a transformer tank 1; and outside the transformer tank 1 while a temperature detector 7 is connected to

one end
of this optical fiber 6. Since this temperature detector 7 can
directly detect
the temperatures in respective measurement parts of the transformer 5
by
processing the optical signals converted into the physical amounts of
optical
amplitude fluctuation, wave surface rotation, phase fluctuation, the
title
temperature detector in excellent response properties can notably
enhance the
reliability thereof.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

⑫ 公開特許公報(A) 平3-161911

⑬ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)7月11日

H 01 F 27/00
H 01 H 7/04C 7135-5E
6522-5G

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 変圧器の温度検出装置

⑯ 特 願 平1-302876

⑰ 出 願 平1(1989)11月21日

⑱ 発 明 者 渡 辺 紳 也 東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会社明電舎内
 ⑲ 発 明 者 小 池 原 清 東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会社明電舎内
 ⑲ 発 明 者 斎 藤 仁 東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会社明電舎内
 ⑳ 出 願 人 株 式 会 社 明 電 舎 東京都品川区大崎2丁目1番17号
 ㉑ 代 理 人 弁 理 士 志 賀 富 士 弥 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

変圧器の温度検出装置

2. 特許請求の範囲

(1) 変圧器の各測定部に配設された光ファイバ
温度センサと、

この光ファイバ温度センサに沿った温度変化に
ともなう物理量に対応する光信号を計測する計測
手段と、

この計測手段により得られた光信号の情報を演
算処理して上記各測定部の温度分布情報を求め、
この温度分布情報に基づいて各測定部の温度傾斜、
時定数より温度異常情報を得る処理装置とを具備
したことを特徴とする変圧器の温度検出装置。

3. 発明の詳細な説明

A. 産業上の利用分野

本発明は変圧器の温度異常上昇を検出するため
の温度検出装置に関するものである。

B. 発明の概要

本発明は、変圧器の温度異常上昇を検出する温
度検出装置において、変圧器の各測定部の温度変
化を光ファイバ温度センサで物理量に変換し、こ
の物理量に対応する光信号を計測して得られた情
報を演算処理して光ファイバ温度センサに沿った
温度分布情報を求めることにより、変圧器の各測
定部の温度を直接測定可能にせしめ、各測定部の
温度を正確に測定することができるとともに、計
測値の信頼度を高めるようにしたものである。

C. 従来の技術

変圧器またはこれと類似構造のリアクトル(本

明細書ではリアクトルを含めて変圧器と呼ぶ)の内部に発生する無負荷損、負荷損はすべて熱となって鉄心や巻線の温度を上昇させる。このため、鉄心および巻線と油との間の熱交換(内部冷却)、油、空気または水との間の熱交換(外部冷却)により変圧器内部に発生した熱を放散させる冷却方法がとられている。

ところが、鉄心や巻線の温度が異常に上昇すると、絶縁紙やプレスボードなどの繊維絶縁物の熱劣化や巻線の焼損などの原因となる。そこで、この種の変圧器では、日常の適確な保守、点検により、常時それらの機器の性能の維持をはかり、異常箇所の早期発見につとめている。

変圧器の温度異常を検出する従来技術として、第1図に示す巻線温度測定装置がある。鉄心41

の脚部に巻線42を巻装してなる変圧器本体43は絶縁油を充填した変圧器タンク44に収納されており、巻線42は変圧器タンク44に取付けられたブッシング45を介して外部に導出される。このブッシング45に変流器46を取付け、この変流器46で負荷電流に比例した電流を検出し、検出電流を感温部47に巻装された加熱コイル48に流し、この加熱コイル48の温度と油温とが加わった感温部47の温度を測定器49にて測定している。

D. 発明が解決しようとする課題

従来技術に述べた巻線温度測定装置では、負荷電流に比例した電流によって加熱された加熱コイル48の温度と、変圧器タンク44内の油温の和から間接的に巻線温度を測定しているため、事故

-3-

時の過電流によって変流器46が飽和した場合に測定誤差が生じるとともに、鉄心41および巻線42の部分的損傷による極部加熱を検出することができなかった。しかも、巻線42の温度を間接的に測定するために測定値の信頼性に欠けるなどの問題点がある。

本発明は、上記の問題点に着目してなされたもので、変圧器の各測定部の温度を直接測定できる信頼度の高い温度検出装置を提供することを目的とする。

E. 課題を解決するための手段

本発明は上記目的を達成するために、変圧器の各測定部に配設された光ファイバ温度センサと、この光ファイバ温度センサに沿った温度変化とともなる物理量に対応する光信号を計測する計測手

-4-

段と、この計測手段により得られた光信号の情報を演算処理して上記各測定部の温度分布情報を求め、この温度分布情報に基づいて各測定部の温度傾斜、時定数より温度異常情報を得る処理装置により変圧器の温度検出装置を構成する。

F. 作用

各測定部の温度変化は光ファイバ温度センサにより、光の振幅変化、波面回転、位相変化等の物理量に変換され光信号として取り出される。この光信号の情報を演算処理することにより、光ファイバ温度センサの各測定位置の温度を直接測定することができる。

G. 実施例

まず、本発明に用いられる光ファイバ温度センサについて説明する。この光ファイバ温度センサ

-5-

-70-

-6-

は、測定部の温度を光の信号に変換して検出する
 オプティカルなセンサである。光ファイバ温度セ
 ンサとしては、温度変化にともなう光の振幅変化、
 波面回転、位相変化等を利用するものがある。本
 実施例では、「センサ技術」1989年6月号、
 第30～第34頁に開示されているラマン散乱光
 を利用した分布型温度センサを用いることにした。

このラマン散乱光利用分布型温度センサは、光
 パルスレーダの手法を用いて光ファイバに沿った
 温度分布を計測することができる。光ファイバに
 光パルスを入射すると、光ファイバ中を伝搬する
 光パルスの各通過点で散乱光が生成され、その散
 乱光の一部は後方散乱光として入射端に戻る。こ
 の後方散乱光の遅延時間から後方散乱光の発生位
 置を求めることができ、かつ後方散乱光に含まれ

るラマン散乱光強度から各位置の温度を求めるこ
 とができる。すなわち、後方散乱光に含まれるラ
 マン散乱光は、入射光より長波長のストークス光
 と、入射光より短波長のアンチ・ストークス光の
 2成分からなり、その強度はガラスの温度に対し
 て敏感に変化する。また、このアンチ・ストーク
 ス光とストークス光との強度比は、(1)式に示
 すように入射光波長とガラスの組成(シフト波数)
 が決まれば、理論的に温度にのみ依存し、その強
 度比は温度に比例する。

$$I_a/I_s = \frac{(\nu_0 + \nu_k)^4}{(\nu_0 - \nu_k)^4} \exp(-hc\nu_k/KT) \dots (1)$$

ν_0 : 入射光波数

h : プランク定数

c : ファイバ中の光速

T : 絶対温度

-7-

ν_k : シフト波数

K : ボルツマン定数

I_a : アンチ・ストークス光強度

I_s : ストークス光強度

したがって、後方散乱光の遅延時間から各測定
 位置を求め、その測定位置からのアンチ・スト
 クス光とストークス光の強度比を(1)式に従っ
 て演算することにより、光ファイバの各測定位置
 の温度を求めることができる。

次に、この光ファイバ温度センサを用いた本発
 明の一実施例を第1図ないし第3図に基づいて説
 明する。

第1図は本発明の一実施例を示す概略構成図で、
 変圧器タンク1内には鉄心2の脚部に巻線3を巻
 装した変圧器本体4が絶縁油とともに収納されて

いる。このように構成した油入変圧器5の測定部、
 例えば鉄心2と巻線3の間、巻線3の外周面、変
 圧器タンク1の内側、変圧器タンク1の外側に光
 ファイバ6を図示の如く配設し、この光ファイバ
 6の一端に温度検出装置7を接続する。

この温度検出装置7は光ファイバ6中に生じる
 ラマン散乱光を利用して、光ファイバ6に沿った
 温度分布を検出するもので、第2図に具体的な構
 成を示す。本図において二点鎖線で囲まれた部分
 は、光ファイバ6に沿った温度変化にともなうラ
 マン散乱光を計測する計測手段20を示し、パル
 ス駆動回路21、光ダイオード(LD:Luminescent
 Diode)22、光分波器23、光学フィルタ24、
 25、アバランシ・フォト・ダイオード(APD
 : Avalanche Photo Diode)26、増幅回路27、

-8-

高速平均化処理装置 28 により構成されている。
パルス駆動回路 21 により発光ダイオード 22 を駆動し、光パルスを光分波器 23 を介して光ファイバ 6 に入射させる。この光パルスが光ファイバ 6 中を伝搬すると、油入変圧器 5 の鉄心と巻線 3 の間に配設されたセンサ部 6 a、巻線 3 の外周面に配設されたセンサ部 6 b、変圧器タンク 1 の内側に配設されたセンサ部 6 c、変圧器タンク 1 の外側に配設されたセンサ部 6 d の各測定部で散乱光が発生する。各センサ部 6 a ~ 6 d で発生した散乱光の一部は、後方散乱光として再び入射側に戻ってくる。この後方散乱光に含まれるラマン散乱光（アンチ・ストークス光とストークス光）を光学フィルタ 24、25 で分離し、アバランシ・フォト・ダイオード 26 で光電変換した後、増幅

回路 27 で増幅する。ここで増幅された各検出力は、高速平均化処理装置 28 内で A/D 変換された後、各遅延時間に対応したメモリ内に加算されて収納される。同様の操作を M 回繰返した後、メモリ内に M 回加算された検出出力を操作回数 M で除算して平均化処理を施すことにより、S/N が改善され、非常に微弱なラマン散乱光の計測が可能となる。

この高速平均化処理装置 28 で平均化された各センサ部 6 a ~ 6 d の検出出力は、マイクロコンピュータ等の処理装置 29 で処理される。処理装置 29 は各センサ部 6 a ~ 6 d で検出されたアンチ・ストークス光とストークス光との強度比を（1）式に従って演算し、鉄心 2 の温度 $\theta_{..}$ 、巻線 3 の温度 $\theta_{..}$ 、絶縁油の温度 $\theta_{..}$ 、外気温度 $\theta_{..}$

-11-

を計測する。この計測値から各測定部の温度傾斜、時定数を比較し下記の条件が成立しない場合に、警報器 30 を駆動して光、音などのアラームを発する。

$$\frac{d\theta_{..}}{dt} \text{ または } \frac{d\theta_{..}}{dt} < \frac{d\theta_{..}}{dt} < \frac{d\theta_{..}}{dt}$$

なお、図中 31 は処理装置 29 で処理された各種情報をプリントするプリンタである。

第 3 図は温度検出装置 7 のアラーム判定フローチャートを示すもので、計測が開始されると、各センサ部 6 a ~ 6 d からの検出出力が操作毎にそれぞれ判別される。ここで判別された各センサ部 6 a ~ 6 d の検出出力は、遅延時間に対応する平均化処理装置 28 のメモリ内に加算された後、操作回数 M で除算されて平均化される。この平均化処理装置 28 で平均化された各センサ部 6 a ~ 6

-12-

d の検出出力は処理装置 29 に送られる。ここで、各センサ部 6 a ~ 6 d の検出出力を演算処理して、鉄心 2 の温度 $\theta_{..}$ 、巻線 3 の温度 $\theta_{..}$ 、絶縁油の温度 $\theta_{..}$ 、外気温度 $\theta_{..}$ を計測する。この計測値から各測定部の温度傾斜、時定数を比較して、下記条件が成立するかどうか判断する。

$$\frac{d\theta_{..}}{dt} < \frac{d\theta_{..}}{dt}$$

$$\frac{d\theta_{..}}{dt} < \frac{d\theta_{..}}{dt}$$

$$\frac{d\theta_{..}}{dt} < \frac{d\theta_{..}}{dt}$$

上記の条件が成立しないときには、変圧器の温度が異常に上昇していると判断され警報器 30 が駆動される。

したがって、このような構成によれば、光ファ

イバ6を鉄心2と巻線3の間、巻線3の外周、変圧器タンク1の内側、変圧器1の外側に配設することにより、変圧器の各測定部の温度を直接測定することができるため、従来の間接温度計測に比べて応答性および計測値の信頼度を著しく向上させることができるとともに、各測定部の温度を正確に測定することができる。

また、光パルスレーダの手法を用いることにより、後方散乱光の遅延時間から各測定位置を特定することができるため、変圧器の鉄心2、巻線3等の部分的損傷による極部加熱を容易に検出することが可能となり、かつ光ファイバ6を通して変圧器の外から各測定部の温度異常を監視することができる。

さらに、外気、絶縁油、巻線3、鉄心2の各部

の温度傾斜、時定数を比較することにより、鉄心2、巻線3等の温度異常を的確に検出することができるため、アラームに対する信頼度が高まる。

なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、要旨を変更しない範囲において種々変形して実施することができる。

H. 発明の効果

以上に述べたように、本発明によれば、変圧器の各測定部の温度を光ファイバ温度センサで直接検出することができるため、応答性に優れ、かつ計測値の信頼度を著しく向上させることができる。また、各測定部の温度傾斜を考慮し、変圧器の温度異常上昇を的確に検出することが可能であるため、アラームに対する信頼度を高めることができる。

-15-

-16-

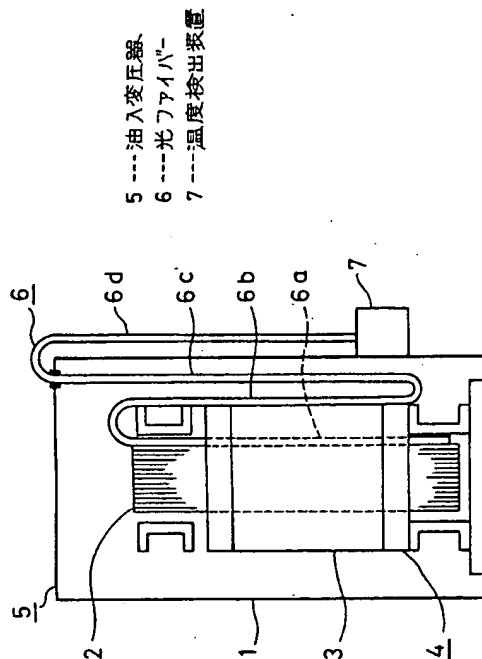
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示す概略構成図、第2図は同実施例に係る温度検出装置を示すブロック図、第3図は同実施例を説明するためのアラーム判定フローチャート、第4図は従来の温度検出装置を示す概略構成図である。

1…変圧器タンク、2…鉄心、3…巻線、4…変圧器本体、5…油入変圧器、6…光ファイバ、6a～6d…センサ部、7…温度検出装置、20…計測手段、21…パルス駆動回路、22…発光ダイオード、23…光分波器、24、25…光学フィルタ、26…アバランシ・フォト・ダイオード、27…増幅回路、28…高速平均化処理装置、29…処理装置、30…警報器、31…プリンタ。

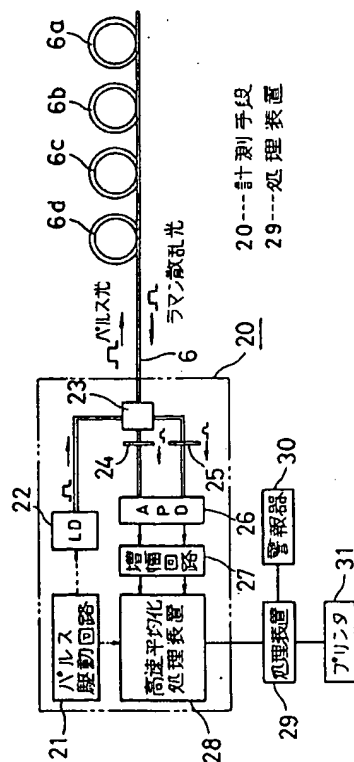
第1図

概略構成図(本発明)



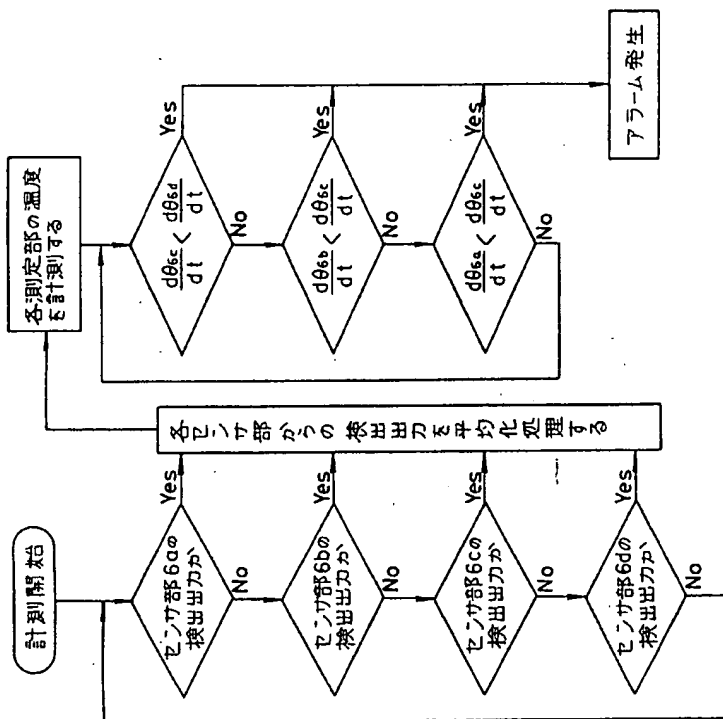
第2図

温度計出装置のプロック図(本発明)



第3図

アラーム判定フローチャート(本発明)



第 4 図

概略構成図(従来)

